

BAB II

PERANCANGAN PEMIPAAN DAN DRAINASE

2.1 Perancangan Plambing

Berdasarkan Noerbambang, dkk (2005), sistem plambing merupakan penting dalam pembangunan sebuah gedung. Perencanaan dan perancangan sistem plambing harus dilakukan dengan tahapan-tahapan yang memperhatikan hubungan antara bagian-bagian konstruksi gedung dengan peralatan lainnya yang ada di dalam gedung tersebut. Fungsi dari peralatan plambing adalah untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat sesuai perencanaan dengan tekanan yang cukup dan membuang air kotor tanpa mencemari bagian lain. Dalam menyiapkan konsep sistem plambing, perlu memperhatikan beberapa hal diantaranya :

1. Jenis dan penggunaan gedung.
2. Denah bangunan.
3. Jumlah penghuni.

2.1.1 Kebutuhan Air

Kebutuhan air merupakan banyaknya air yang diperlukan untuk menunjang kegiatan manusia. Kebutuhan air dibagi menjadi 2 (Ditjen Cipta Karya, 2000) yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non-domestik. Kebutuhan air domestik berupa keperluan untuk rumah tangga yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan konsumsi per jam/hari/bulan/tahun. Kebutuhan air non-domestik meliputi kebutuhan untuk industri, pariwisata, tempat ibadah, fasilitas umum, gedung pemerintahan dan sebagainya. Berdasarkan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, pemakaian air dingin minimum sesuai penggunaan gedung dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Pemakaian air dingin minimum sesuai penggunaan gedung

No.	Penggunaan gedung	Pemakaian air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100 ¹⁾	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500 ²⁾	Liter/tempat tidur pasien /hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor / Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	Liter/m2
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur /hari
13	Hotel Melati/ Penginapan	150	Liter/tempat tidur /hari
14	Gd. pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd. Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang, (belum dengan air wudhu)

Sumber : ¹⁾ hasil pengkajian Puslitbang Permukiman Dep. Kimpraswil tahun 2000

²⁾ Permen Kesehatan RI No : 986/Menkes/Per/XI/1992

Berdasarkan Noerbambang dan Morimura (2005), analisis kebutuhan air bersih pada suatu gedung dapat direncanakan menggunakan 3 metode, yaitu:

1. Berdasarkan jumlah penghuni

Jumlah penghuni suatu gedung dapat diperkirakan berdasarkan persentase luas efektif gedung dengan asumsi kepadatan penghuni sebesar 5-10 m²/orang. Persentase luas efektif gedung berkisar di antara 53-55% dan dapat dilihat rinciannya pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Analisis kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni

No.	Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
1	Perumahan mewah	250	8-10	42-45	Setiap penghuni
2	Rumah biasa	160-250	8-10	50-53	Setiap penghuni
3	Apartment	200-250	8-10	45-50	Mewah 250 liter Menengah 180 liter Bujangan 120 liter
4	Asrama	120			Bujangan
5	Rumah sakit	Mewah > 1000	8	45-48	(Setiap tempat tidur pasien)
		Menengah 500-1000	8-10		Pasien luar: 8 liter
		Umum			Staf/pegawai: 120 liter
		350-500			Keluarga pasien: 160 liter
6	Sekolah dasar	40	5	58-60	Guru: 100 liter
7	SLTP	50	6		Guru: 100 liter
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6		Guru/dosen: 100 liter
9	Rumah-toko	100-200	8		Penghuninya: 160 liter
10	Gedung kantor	100	8	60-70	Setiap pegawai
11	Toserba (toko serba ada, department store)	3	7		Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk Bagian restorannya
12	Pabrik/industri	Buruh pria: 60	8	55-60	Per orang setiap giliran (kalua kerja lebih dari 8 jam)
		Wanita: 100			
13	Stasiun/terminal	3	15		Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
14	Restoran	30	5		Untuk penghuni: 160 liter
15	Restoran umum		7		Untuk penghuni: 160 liter
		15		Pelayan: 100 liter 70% dari jumlah tamu perlu 15 liter/orang untuk kakus, cuci tangan, dsb.	
16	Gedung pertunjukkan	30	5		Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukkan
17	Gedung bioskop	10	3		-idem-
18	Toko pengecer	40	6		Pedagang besar: 30 liter/tamu, 150 liter/staf atau 5 liter Per hari setiap m2 luas lantai
19	Hotel/penginapan	250-300	10	53-55	Untuk setiap tamu, untuk setiap staf 120-150 liter; penginapan 200 liter
20	Gedung peribadatan	10	2		Didasarkan jumlah per hari
21	Perpustakaan	25			Untuk setiap pembaca yang tinggal
22	Bar				Setiap tamu
23	Perkumpulan sosial	30	6		Setiap tamu
24	Kelab malam	120-350			Setiap tempat duduk
25	Gedung perkumpulan	150-200			Setiap tamu
26	Laboratorium	100-200	8		Setiap staf

Setelah diketahui jumlah penghuni, maka dapat ditentukan debit pemakaian air bersih per hari dengan menyesuaikan kebutuhan air terhadap fungsi gedung. Debit pemakaian air dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = \text{Jumlah penghuni} - \text{pemakaian air rerata sehari} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

Q = Kebutuhan air bersih (liter/hari)

Pemakaian air rerata sehari = Lihat pada Tabel 2.2

Penyediaan kebutuhan air bersih juga perlu mengantisipasi kebocoran dengan asumsi kebocoran sebesar 20%, sehingga debit kebutuhan air rata-rata perhari menjadi :

$$Q_d = (100\% + \text{Antisipasi Kebocoran}) \times Q \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

Q_d = Kebutuhan air bersih per hari (liter/hari)

Jangka waktu penggunaan air per hari bervariasi bergantung pada fungsi gedung seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 Debit kebutuhan air per jam dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

Q_h = Kebutuhan air bersih per jam (liter/jam)

T = jangka waktu pemakaian air rata-rata per hari (jam)

Dalam satu hari, ada kalanya kebutuhan air akan melampaui kebutuhan air rata-rata. Jangka waktu terjadinya peningkatan kebutuhan air tersebut disebut dengan jam puncak. Debit pemakaian air pada jam puncak dan menit puncak dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_{h-max} = c_1 \times Q_h \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_{m-max} = c_2 \times \frac{Q_h}{60} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

Q_{h-max} = Kebutuhan air jam puncak (liter/jam)

Q_{m-max} = Kebutuhan air menit puncak (liter/menit)

c₁ = 1,5-2,0

c₂ = 3,0-4,0

Nilai c_1 dan c_2 bergantung pada lokasi dan fungsi gedung.

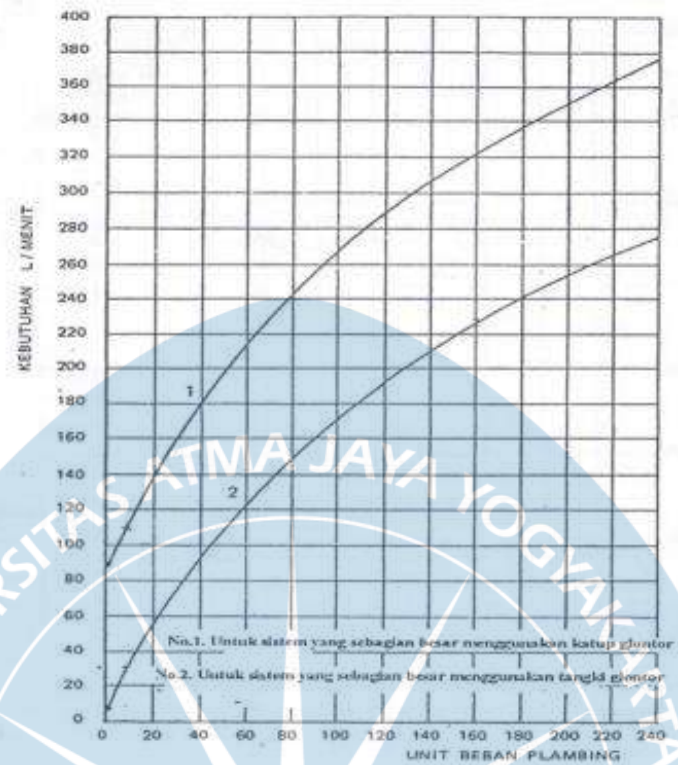
2. Berdasarkan Unit Alat Beban Plambing (UBAP)

Metode ini berpedoman pada SNI 8153:2015 dengan melihat peralatan plambing dan nilai masing-masing UBAP. Nilai UBAP tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.3 berikut :

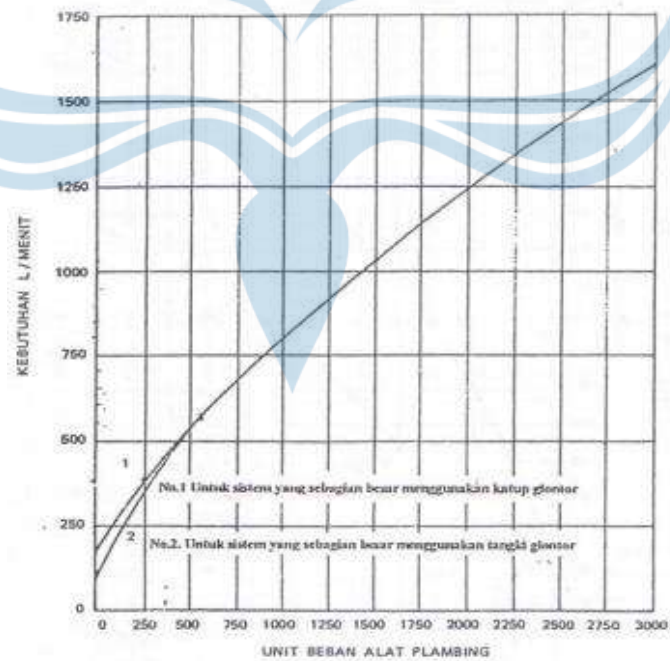
Tabel 2.3 Unit Alat Beban Plambing

Perlengkapan atau peralatan ²⁾	Ukuran pipa cabang minimum ^{1,4)} (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul ⁶⁾ (UBAP)
Bak rendam atau kombinasi bak dan <i>shower</i>	½	4,0	4,0	-
Bak rendam dengan katup ¾ inci	¾	10,0	10,0	-
Bidet	½	1,0	-	-
Pencuci pakaian	½	4,0	4,0	-
Unit dental	½	-	1,0	-
Pencuci piring, rumah tangga	½	1,5	1,5	-
Pancuran air minum, air pendingin	½	0,5	0,5	0,75
<i>Hose Bibb</i> ⁸⁾	½	2,5	2,5	-
<i>Hose Bibb</i> , tiap pertambahan	½	1,0	1,0	-
<i>Lavatory</i>	½	1,0	1,0	1,0
<i>Sprinkler</i> halaman ⁵⁾	-	1,0	1,0	-
<i>Sink</i> / <i>Bak</i>				
• Bar	½	1,0	2,0	-
• Kran klinik	½	-	3,0	-
• Katup gelontor klinik dengan atau tanpa kran	1	-	8,0	-
• Dapur, rumah tangga dengan atau tanpa pencuci piring	½	1,5	1,5	-
• <i>Laundry</i>	½	1,5	1,5	-
• Bak pel	½	1,5	3,0	-
• Cuci muka, tiap set kran	½	-	2,0	-
<i>Shower</i>	½	2,0	2,0	-
Urinal, katup gelontor 3,8LPF (Liter per flush)	¾	Lihat catatan ⁷⁾		-
Urinal, tangki pembilas	½	2,0	2,0	3,0
Pancuran cuci, <i>spray</i> sirkular	¾	-	4,0	-
Kloset, tangki gravitasi 6LPF (Liter per flush)	½	2,5	2,5	3,5
Kloset, tangki meter air 6LPF (Liter per flush)	½	2,5	2,5	3,5
Kloset, katup meter air 6LPF (Liter per flush)	1	Lihat catatan ⁷⁾		-
Kloset, tangki gravitasi > 6LPF (Liter per flush)	½	3,0	5,5	7,0
Kloset, Flushometer > 6LPF (Liter per flush)	1	Lihat catatan ⁷⁾		-

Jumlah unit beban alat plambing didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian masing-masing jumlah alat plambing terhadap nilai unit beban alat plambingnya. Berdasarkan kurva pada Gambar 2.1 dan 2.2, maka nilai debit pemakaian air pada menit puncak dapat ditentukan.



Gambar 2.1 Kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP sampai dengan 240



Gambar 2.2 Kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP sampai dengan 3000

3. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Dalam menentukan debit pemakaian air jam puncak, metode ini memperhatikan beberapa data seperti jenis dan jumlah alat plambing, pemakaian air rata-rata sehari, penggunaan per jam, debit aliran, dan faktor pemakaian. Volume pemakaian air rerata per hari dan jumlah penggunaan per jam dapat dilihat pada Tabel 2.4, sedangkan presentase faktor pemakaian dan jumlah alat plambing dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.4 Pemakaian air rata-rata per hari

No.	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (liter/min)	Waktu untuk pengisian (detik)	Pipa sambungan alat plambing (mm)	Pipa cabang air bersih ke alat plambing (mm)	
							Pipa baja	Tembaga ⁴⁾
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5 – 16,5 ¹⁾	6-12	110-180	8,2-10	24	32 ²⁾	25
2	Koset (dengan tangki gelontor)	13 – 15	6-12	15	60	13	20	13
3	Pelerusan (dengan katup gelontor)	5	12+20	30	10	13	20 ³⁾	13
4	Pelerusan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9-18(@ 4,5)	12	1,8-3,6	300	13	20	13
5	Pelerusan, 5-7 orang (dengan tangki gelontor)	22,5 – 3,15(@ 4,5)	12	4,5-6,3	300	13	20	13
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18	13	20	13
7	Bak cuci tangan biasa	10	6-12	15	40	13	20	13
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60	13	20	13
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	25	6-12	25	60	20	20	20
10	Bak mandi rendam (bath tub)	125	3	30	250	20	20	20
11	Pancuran mandi	24-60	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya.		30		20	20	20

Tabel 2.5 Presentase faktor pemakaian dan jumlah alat plambing

Jumlah dan jenis alat plambing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset, dengan katup gelantor	1	50	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10
Alat plambing biasa	1	100	75	55	48	45	42	40	39	38	35	33

(Sumber: Soufyan Moh.Noerbambang dan Takeo Morimura, 2005)

$$Q_{\text{efektif}} = \text{Debit aliran} \times \% \text{ Faktor Pemakai} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

Q_{efektif} = $Q_{\text{h-max}}$ (liter/jam)

Debit aliran = Perkalian antara jumlah alat plambing, pemakaian air rata-rata sehari, dan penggunaan per jam

2.1.2 Reservoir

Perancangan bangunan tinggi pada umumnya membutuhkan tangki penampung air bersih pada lantai atas dan bawah bangunan yang sering disebut *rooftank* dan *ground reservoir*. Fungsi utama *reservoir* yakni untuk menyeimbangkan antara produksi dan pemakaian air serta untuk menambah, mengatur, mengatasi keadaan darurat yang berkaitan dengan kebutuhan air. Pada mulanya air tertampung pada tangki bawah atau *ground reservoir* yang terletak pada lantai terendah bangunan atau pada muka tanah, kemudian dipompa ke tangki atas yang terletak di atap atau lantai tertinggi bangunan. (Noerbambang, 2005)

Reservoir bawah dicari dengan menggunakan rumus (Noerbambang, 2005):

1. Besarnya kapasitas pipa dinas (Q_s)

$$Q_s = 2/3 \times Q_h \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

Q_h = Jumlah kebutuhan air rata-rata per jam (m^3/jam)

Q_s = Kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

2. Besarnya volume *ground reservoir*

$$\text{Volume Ground Reservoir} = [Q_d - (Q_s \times T)] \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

Q_d = Jumlah kebutuhan air per hari (m^3/hari)

Q_s = Kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

T = Rata-rata jangka waktu pemakaian (jam/hari)

2.1.3 Sistem pemipaan air bersih

Sistem perpipaan merupakan jaringan pipa yang menghubungkan reservoir ke alat-alat plambing, baik pengaliran dari atas ke bawah ataupun sebaliknya. Sistem perpipaan untuk mengangkut air bersih yang dibutuhkan oleh pengguna

pada masing-masing bangunan tersebut, yaitu dengan sistem sambungan langsung. Sistem sambungan langsung merupakan sistem yang menghubungkan langsung antara pipa di dalam bangunan dan pipa utama PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum).

Ukuran pipa yang melayani kebutuhan air pengguna dirancang berdasarkan laju aliran pada jam puncak, yaitu sekitar $0,88 \text{ m}^3/\text{s}$. Penentuan ukuran pipa juga perlu mempertimbangkan kehilangan energi akibat gesekan air terhadap dinding pipa (Noerbambang, 2005). Untuk mempermudah dalam penentuan ukuran pipa, maka dibuat gambar isometrik pipa beserta notasi pada masing-masing pipa. Penentuan ukuran pipa berpedoman pada SNI 8153:2015 dengan memperhatikan beberapa parameter, seperti panjang maksimum pipa yang diperbolehkan, tekanan air, dan jumlah UBAP.

2.1.4 Sistem jaringan air hujan

Air hujan yang jatuh didalam kawasan perlu dikelola dengan baik agar tidak terjadi banjir dan pencemaran lainnya. Perencanaan sistem jaringan air hujan perlu mempersiapkan area tangkapan dan sarana pelimpah air. Untuk mempersiapkan sarana-sarana tersebut, maka perlu diketahui intensitas hujan yang akan jatuh di kawasan tersebut, kemudian dapat direncanakan dimensi pipa pengalir, jumlah kebutuhan sumur resapan, dan saluran drainase.

1. Perhitungan intensitas curah hujan

Intensitas hujan merupakan tinggi hujan dalam satuan waktu. Dalam menentukan intensitas curah hujan, diperlukan data curah hujan harian maksimum selama periode 10 tahun pada kawasan tersebut. Setelah didapatkan curah hujan harian rerata maksimum, maka dilakukan pengolahan data sebagai berikut :

a. Analisis frekuensi untuk penentuan jenis distribusi

Analisis frekuensi merupakan perkiraan dalam memperoleh probabilitas terjadinya peristiwa hidrologi pada suatu kawasan yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi. Analisis frekuensi dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian menggunakan

distribusi probabilitas (Arbaningrum, 2015). Persamaan yang digunakan pada analisis frekuensi ialah sebagai berikut :

1) Curah hujan rerata

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i}{n} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

p_i = curah hujan harian maksimum pada tahun tertentu

n = jumlah data

2) Standar deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{p_i - \bar{p}\}^2}{n-1}} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

p_i = curah hujan harian maksimum pada tahun tertentu

\bar{p} = curah hujan rerata

n = jumlah data

3) Koefisien variasi

$$Cv = \frac{S_d}{\bar{p}} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

S = standar deviasi

\bar{p} = curah hujan rerata

4) Koefisien *skewness*

$$Cs = \frac{a}{s^3} \dots\dots\dots (12)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^3 \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan :

a = parameter kemencengan

s = standar deviasi

\bar{p} = curah hujan rerata

p_i = curah hujan harian maksimum pada tahun tertentu

5) Koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^4 \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan :

n = jumlah data

s = standar deviasi

\bar{p} = curah hujan rerata

p_i = curah hujan harian maksimum pada tahun tertentu

Setelah didapatkan nilai-nilai pada analisis frekuensi, maka dapat ditentukan tipe distribusi dengan mencocokkan nilai masing-masing parameter analisis frekuensi terhadap syarat-syarat yang tercantum pada tabel berikut :

Tabel 2.6 Jenis sebaran dan syarat

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$ $\bar{p} \pm s = 68,27\%$ $\bar{p} \pm 2s = 95,44\%$
Gumbel	$Cs \approx 1,1396$ $Ck \approx 5,4002$
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
Log Pearson III	Tidak memenuhi syarat distribusi manapun

Sumber: Triatmodjo, 2008

Setelah diketahui jenis distribusinya, maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan periode ulang hujan maksimum dengan nilai k untuk metode *Log Pearson* Tipe III ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.7 Nilai k Untuk Distribusi *Log Pearson* Tipe III

Cs	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,843	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880

Sumber: *Triatmodjo, 2008*

- b. Nilai intensitas hujan digunakan untuk perencanaan debit rancangan banjir dalam menentukan saluran drainase dan sumur resapan. Apabila data yang dimiliki adalah data curah hujan harian, maka nilai intensitas hujan per jam dapat dihitung menggunakan metode *Mononobe* dengan rumus sebagai berikut :

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (15)$$

Keterangan :

- I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)
- t = lamanya curah hujan (jam)
- R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

- c. Perhitungan debit rencana, yaitu debit air hujan yang akan diterima oleh kawasan. Perhitungan debit rencana dapat menggunakan metode Rasional dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = \frac{C \times I_t \times A}{3,6} \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan :

- C = koefisien limpasan air hujan
- I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (km²)

Tabel 2.8 Koefisien Aliran Permukaan

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1	Daerah perdagangan <ul style="list-style-type: none"> • Perkotaan (<i>down town</i>) • Pinggiran 	0,70 - 0,90 0,50 - 0,70
2	Pemukiman <ul style="list-style-type: none"> • Perumahan satu keluarga • Perumahan berkelompok, terpisah-pisah • Perumahan berkelompok, bersambungan • Suburban • Daerah apartemen 	0,30 - 0,50 0,40 - 0,60 0,60 - 0,75 0,25 - 0,40 0,50 - 0,70
3	Industri <ul style="list-style-type: none"> • Daerah industri ringan • Daerah industri berat 	0,50 - 0,80 0,60 - 0,90
4	Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
5	Tempat bermain	0,20 - 0,35
6	Daerah stasiun kereta api	0,20 - 0,40
7	Daerah belum diperbaiki	0,10 - 0,30
8	Jalan	0,70 - 0,95
9	Bata <ul style="list-style-type: none"> • Jalan, hamparan • Atap 	0,75 - 0,85 0,75 - 0,95

Sumber: Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, 2006

2. Perencanaan Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan lubang buatan pada muka tanah yang berfungsi untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah. Perencanaan sumur resapan telah diatur dalam SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan. Tahap perencanaan sumur resapan ialah :

1) Perhitungan volume andil banjir

$$V_{ab} = 0,855 \times C_{tadah} \times C_{tadah} \times R \dots \dots \dots (17)$$

Keterangan :

V_{ab} = volume andil banjir yang akan diresapkan (m^3)

C_{tadah} = koefisien limpasan dari bidang tangkapan

A_{tadah} = luas bidang tangkapan

R = tinggi hujan harian rata-rata ($L/m^2/hari$)

2) Perhitungan volume air hujan yang meresap

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{R} A_{total} \times K \dots\dots\dots(18)$$

$$t_e = 0,9 \frac{R^{0,92}}{60} \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan :

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m^3)

t_e = durasi hujan efektif (jam)

A_{tadah} = luas bidang tangkapan

R = tinggi hujan harian rata-rata ($L/m^2/hari$)

K = koefisien permeabilitas tanah ($m^3/hari$)

Untuk dinding sumur resapan yang tidak kedap, maka persamaan nilai K ditulis sebagai berikut.

$$K_{rata-rata} = \frac{K_v \cdot A_v + K_h \cdot A_h}{A_{total}} \dots\dots\dots(20)$$

Keterangan :

K = koefisien permeabilitas tanah ($m^3/hari$)

K_v = koefisien permeabilitas tanah pada dinding sumur ($m^3/hari$)

A_v = $2 \times Qh$

K_h = koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur ($m^3/hari$)

A_{total} = total luas alas dan dinding sumur

3) Perhitungan volume penampungan

$$V_{storaasi} = V_{ab} - V_{rsp} \dots\dots\dots(21)$$

Keterangan :

V_{ab} = volume andil banjir yang akan diresapkan (m^3)

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m^3)

4) Perencanaan jumlah sumur resapan

Perhitungan jumlah sumur resapan di daerah sekitar kawasan dipengaruhi oleh diameter dan kedalaman sumur resapan. Semakin dalam dan semakin besar diameter sumur resapan, maka jumlah sumur resapan akan lebih sedikit.

3. Perencanaan Pipa

Untuk mengalirkan air dari area tangkapan ke sumur resapan, maka diperlukan pipa untuk mengalirkan air tersebut. Perencanaan pipa air hujan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan *Hazen-William* atau berdasarkan SNI 8153:2015. Perencanaan penampang saluran drainase memiliki beberapa bentuk penampang diantaranya bentuk persegi, trapesium, lingkaran, dan juga segitiga. Kecepatan aliran dapat diketahui dengan metode *Chezy*, *Manning*, *Bazin*, *Powell*, dan *Ganguillet-Kutten*. Perencanaan pipa berdasarkan SNI mempertimbangkan luas daerah tangkapan dan intensitas curah hujan. Tabel SNI untuk penentuan ukuran pipa dapat dilihat pada tabel berikut :



Tabel 2.9 Penentuan Ukuran Pipa

Ukuran meter air (inci) ^m	Diameter pipa pembawa (inci)	Panjang maksimum yang dibolehkan (m)														
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305
UBAP untuk Rentang Tekanan 21 sampai 31,50 mka																
$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
$\frac{3}{4}$	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	$1\frac{1}{4}$	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	$1\frac{1}{2}$	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20	20
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	$1\frac{1}{2}$	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46	43
$1\frac{1}{2}$	2	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54	51
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51
2	$2\frac{1}{2}$	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133

4. Perencanaan saluran drainase

Drainase memiliki beberapa jenis penampang, salah satunya adalah penampang trapesium. Untuk mendapatkan bentuk saluran yang paling ekonomis, maka kemiringan sisi trapesium direncanakan 60°. Persamaan untuk menghitung debit aliran pada saluran ialah sebagai berikut :

$$Q = h^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{n} \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(22)$$

Keterangan :

- Q = debit aliran pada saluran (m³/s)
- h = tinggi air
- n = koefisien *Manning*
- S = kemiringan saluran

Tabel 2.10 Koefisien *Manning*

Tipe pipa	Koefisien Manning <i>n</i>
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber: *Triatmodjo, 1993*

Untuk menentukan dimensi saluran drainase trapesium, maka lebar dasar saluran dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$B = \frac{2}{3} h \sqrt{3} \dots\dots\dots(23)$$

Keterangan :

- B = lebar dasar saluran
- h = tinggi air

Setelah diketahui dimensi penampang saluran drainase, maka dapat dihitung pula luas dan keliling basah, serta jari-jari hidraulik dengan persamaan berikut :

$$B = 2h\sqrt{3} \dots\dots\dots(24)$$

$$B = h^2\sqrt{3} \dots\dots\dots(25)$$

$$R = \frac{A}{p} \dots\dots\dots(26)$$

Keterangan :

p = keliling basah

A = luas basah

R = jari-jari hidraulik

h = tinggi air

Tinggi jagaan saluran dapat ditentukan berdasarkan laju aliran air. Laju aliran pada saluran dirumuskan sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(27)$$

Keterangan:

V = laju aliran air pada saluran

n = koefisien Manning

R = jari-jari hidraulik

S = kemiringan saluran

Berdasarkan KP 03 Tahun 2010 tentang Perancangan Jaringan Irigasi, tinggi jagaan saluran ditentukan sebagai berikut.

Tabel 2.11 Tinggi Jagaan Minimum Untuk Saluran Tanah

Q (m ³ /dt)	Tinggi Jagaan (m)
< 0,5	0,40
0,5 – 1,5	0,50
1,5 – 5,0	0,60
5,0 – 10,0	0,75
10,0 – 15,0	0,85
> 15,0	1,00

Sumber: KP 03 Tahun 2010 tentang Perancangan Jaringan Irigasi

2.2 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan tinjauan yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut beserta pembahasannya :

2.2.1 Analisis kebutuhan air

Perencanaan sistem plambing pada pembangunan hotel kapsul dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan tinjauan pustaka terkait dengan teori-teori yang digunakan untuk merencanakan sistem plambing yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153-2015 tentang sistem plambing pada bangunan gedung, buku panduan sistem bangunan tinggi untuk arsitek dan praktisi bangunan (Juwana, 2005), serta perencanaan dan pemeliharaan sistem plambing (Noerbambang, Soufyan Moh dan Takeo Morimura, 2005).

2. Perencanaan air bersih

Perencanaan air bersih terdiri dari :

a. Membuat aksonometri design dan menghitung analisis kebutuhan air. Kebutuhan air bersih dapat dihitung menggunakan 3 metode, yaitu berdasarkan jumlah penghuni, berdasarkan unit beban alat plambing, dan berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing.

1) Berdasarkan jumlah penghuni

Jumlah penghuni / pekerja dihitung menggunakan luas efektif ruang dan diasumsikan kepadatan penghuni sebesar 7 m²/orang.

Tabel 2.12 Perhitungan jumlah penghuni/pekerja

Luas Bangunan		
Luas Bangunan	3170	m ²
% Luas Efektif	55	%
Luas Gedung Efektif	1743,5	m ²
Kepadatan Penduduk	7	m ² /orang
Jumlah Penghuni	250	orang

a) Perhitungan kebutuhan air bersih

Pemakaian air rata-rata sehari = 2500 liter/orang/hari

Kebutuhan air bersih (Q)

$$Q = \text{Jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air rerata sehari}$$

$$Q = 100 \times 2500 = 25.000 \text{ liter/hari}$$

Antisipasi kebocoran = 20%

Debit air rata-rata per hari (Q_d)

$$Q_d = (100\% + \text{Antisipasi kebocoran}) \times Q$$

$$Q_d = 120\% \times 25000 = 30.000 \text{ liter/hari}$$

Jangka waktu pemakaian (T) = 11 jam

Pemakaian air rata-rata air per jam (Q_h)

$$Q_h = \frac{Q_d}{T}$$

$$Q_h = \frac{30000}{11} = 2727,27 \text{ liter/jam}$$

b) Pemakaian air jam puncak

$$C_1 = 1,75$$

$$C_2 = 3,5$$

Pada jam puncak ($Q_{h \max}$)

$$Q_{h \max} = C_1 \times Q_h$$

$$Q_{h \max} = 1,75 \times 2727,27 = 4772,73 \text{ liter/menit}$$

Pada menit puncak ($Q_{m \max}$)

$$Q_{m \max} = \frac{c_2 \times Q_h}{60}$$

$$Q_{m \max} = \frac{3.50 \times 2727.27}{60} = 159,09 \text{ liter/menit}$$

c) Kebutuhan air kolam ikan

$$\text{Volume kolam ikan} = 28 \text{ m}^3$$

Asumsi kehilangan air evaporasi sebesar 1% dari volume kolam.

$$\text{Kehilangan} = 1\% \times 28$$

$$= 0,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume kolam ikan} + \text{asumsi kehilangan} = 28 + 0,28$$

$$= 28,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 1,18 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 1178,33 \text{ liter/jam}$$

d) Kebutuhan air ternak dan tanaman

Asumsi ternak = 16 (Sapi); 20 (Kambing); 3.125 (Ayam)

Asumsi kebutuhan air ternak = 40 liter/ekor/hari (Sapi);

5 liter/ekor/hari (Kambing);

0,6 liter/ekor/hari (ayam).

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air ternak} &= (16 \times 40) + (20 \times 5) + (3.125 \times 0,6) \\ &= 2.615 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Total kebutuhan air tanaman} = 644,72 \text{ liter/hari}$$

$$\text{Kolam ikan + ternak + tanaman} = 282,80 + 2.615 + 644,72$$

$$= 3.542,52 \text{ liter/hari}$$

$$\begin{aligned} Q_{h \max} + \text{kolam ikan + ternak + tanaman} &= 4.772,73 + 3.542,52 \\ &= 8.315,25 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{m \max} + \text{kolam ikan + ternak + tanaman} &= 159,09 + 3.542,52 \\ &= 3.701,61 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

2) Berdasarkan unit plambing

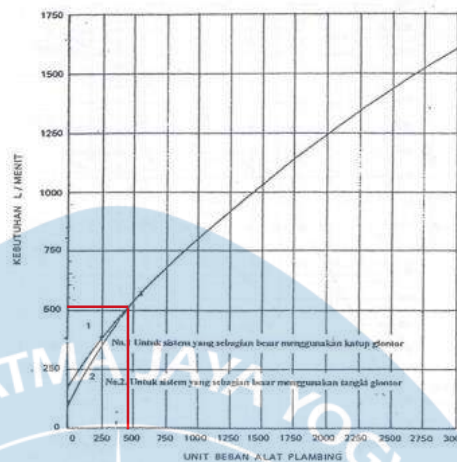
Tabel 2.13 Perhitungan Jumlah Unit Beban Alat Plambing

Jenis Alat Plambing	Jumlah Alat Plambing	UBAB (SNI 8153:2015)	Jumlah UBAP
Kloset	18	2,5	45
Bak	18	4	72
Tempat Wudhu	10	2,5	25
Kitchen Sink	2	1,5	3
Wastafel	3	1	3
Jumlah (Qh)			148

$$T = 11 \text{ jam}$$

$$C1 = 1,75$$

$$C2 = 3,5$$

Gambar 2.3 Grafik Penentuan $Q_{m \max}$ 

Berdasarkan gambar 2.3 didapatkan $Q_{m \max}$ sebesar 518 liter/menit, maka :

$$Q_h = 8880 \text{ liter/jam}$$

$$Q_{h \max} = 15540 \text{ liter/jam}$$

$$Q_d = 97680 \text{ liter/jam}$$

3) Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Tabel 2.14 Kebutuhan Air Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plambing

Jenis Alat Plambing	Jumlah Alat Plambing	Pemakaian Air Rata-rata Sehari (liter)	Penggunaan Per Jam	Debit Aliran/Laju Aliran Air (liter/jam)	Faktor Pemakaian (%)	Q Efektif (liter/jam)
Kloset	18	14	10	2520	42	1058,4
Bak	18	25	10	4500	42	1890
Tempat Wudhu	10	10	10	1000	48	480
Kitchen Sink	2	15	12	360	50	180
Wastafel	3	10	12	360	75	270
J U M L A H					Q_h	3878,4

$$T = 11 \text{ jam}$$

$$C_1 = 1,75$$

$$C_2 = 3,5$$

$$Q_{h \max} = 3878,4 \text{ liter/jam}$$

$$\begin{aligned}
 Q_h &= 2216,2 \text{ liter/jam} \\
 Q_d &= 24378,5 \text{ liter/jam} \\
 Q_{m \text{ max}} &= 129,3 \text{ liter/menit}
 \end{aligned}$$

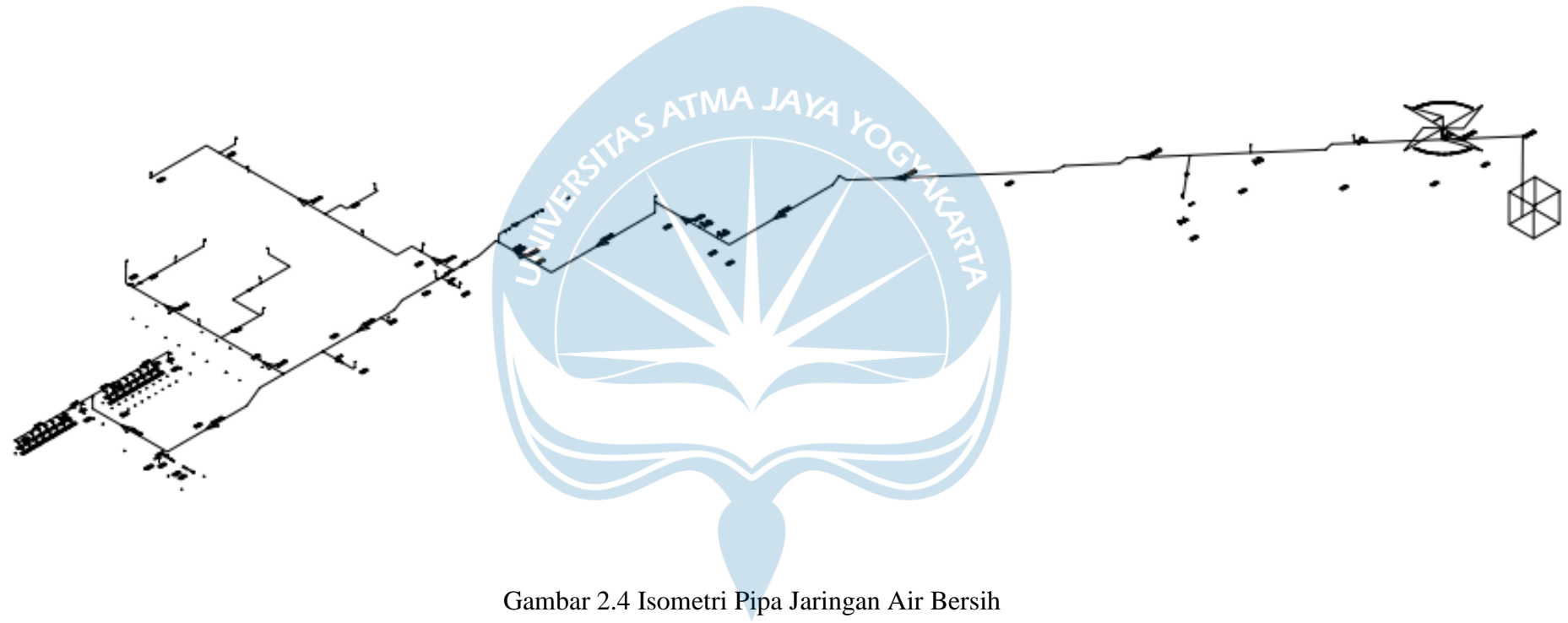
4) Rekap analisis kebutuhan air

Tabel 2.15 Rekap Perhitungan Analisis Kebutuhan Air

	Jumlah Penghuni	UBAP	Jenis dan Jumlah Alat Plumbing
Q_d (liter/hari)	30000	97680	24378,51
Q_h (liter/jam)	2727,27	8880	2659,47
$Q_{h \text{ max}}$ (liter/jam)	4772,73	15540	3878,40
$Q_{m \text{ max}}$ (liter/menit)	159,09	518	129,28

2.2.2 Sistem pemipaan

Isometri pipa dibutuhkan untuk merepresentasikan tampilan sistem perpipaan sehingga lebih mudah dipahami. Pada gambar isometri pipa, masing-masing cabang pipa diberikan notasi untuk mempermudah tahap perencanaan ukuran pipa. Isometri pipa dan notasi pada masing-masing percabangan ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut :



Gambar 2.4 Isometri Pipa Jaringan Air Bersih

Ukuran masing-masing pipa ditunjukkan pada Tabel 2.16 berikut.

Tabel 2.16 Ukuran pemipaan

Nama	Alat Plumbing							UBAP							TOTAL	Panjang Pipa (m)	Diamter Pipa (inci)
	Wastafel	Kloset	Shower	Bathub	Urinoir	Kitchen Sink	Keran	Wastafel	Kloset	Shower	Bathub	Urinoir	Kitchen Sink	Keran			
A1							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A2							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A3							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A4							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A5							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A6							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A7							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A8	3					1	6	0	0	0	0	0	2	0	8	11	3/4
A9							6	0	0	0	0	0	0	12	12	91	1
A10							1	0	0	0	0	0	0	2	2	5,2	1/2
A11							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1/2
A12							1	0	0	0	0	0	0	2	2	2,7	1/2
A13							1	0	0	0	0	0	0	2	2	8,2	1/2
A14							8	0	0	0	0	0	0	16	16	97	1/2
A15							10	0	0	0	0	0	0	20	20	16	1
A16		9					9	0	45	0	0	0	0	18	63	26,1	1 1/2
A17		9					9	0	45	0	0	0	0	18	63	26,1	1 1/2

2.2.3 Perhitungan kapasitas *reservoir*

Berdasarkan Noerbambang, Soulfyan Moh dan Takeo Morimura (2005), perhitungan *reservoir* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. *Reservoir* bawah

$$Q_s = \frac{2}{3} \times Q_h$$

$$Q_h = 4,77 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_s = \frac{2}{3} \times 4,77$$

$$= 3,18 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. *Volume ground reservoir* = [$Q_d - (Q_s \times T)$]

$$Q_d = 33,54 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$T = 5 \text{ jam/hari}$$

$$V = 17,63 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 17633,52 \text{ liter}$$

$$V_{\text{1 tanki}} = \frac{17,63}{2} = 8,82 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dimensi 1 tangki

$$P = 2 \text{ m}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

$$H_{\text{free board}} = 0,12 \text{ m}$$

$$H_{\text{efektif}} = 2,70 \text{ m}$$

2.2.4 Perencanaan sistem jaringan air hujan

Sistem jaringan air hujan terdiri atas sumur resapan, talang, pipa tegak dan horizontal, serta drainase. Langkah-langkah perencanaan sistem jaringan air hujan ialah sebagai berikut.

1. Perhitungan statistik untuk penentuan distribusi hujan

Tabel 2.17 Curah Hujan Maksimum Selama 10 Tahun

Tahun	n	Hujan (Xi)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
1985	1	78.102	8.82	77.85	686.88	6060.54
1986	2	57.318	-11.96	143.07	-1711.24	20468.34
1987	3	80.850	11.57	133.87	1548.98	17922.26
1988	4	72.753	3.47	12.06	41.91	145.56
1989	5	50.885	-18.39	338.34	-6223.50	114475.63

Tahun	n	Hujan (Xi)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt)^2	(Xi-Xrt)^3	(Xi-Xrt)^4
1990	6	34.420	-34.86	1215.17	-42359.80	1476630.63
1991	7	85.034	15.75	248.22	3910.62	61611.45
1992	8	50.270	-19.01	361.34	-6868.76	130568.32
1993	9	92.237	22.96	527.06	12100.25	277795.94
1994	10	90.923	21.64	468.45	10138.85	219441.28
Total		692.79	0.0000	3525.43	-28735.81	2325119.95

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{p_i - \bar{p}\}^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{3525,43}{10-1}}$$

$$= 19,791$$

$$\text{Koefesien Kemencengan (Cs)} = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^3}{s^3}$$

$$= \frac{\frac{10}{(10-1)(10-2)} (-28735,81)}{19,791^3}$$

$$= -0,514$$

$$\text{Koefesien Kortusis (Ck)} = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^4$$

$$= \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)19,791^4} 2325119,95$$

$$= 3,006$$

$$\text{Koefesien Variasi (Cv)} = \frac{S_d}{\bar{p}}$$

$$= \frac{19,791}{692,79}$$

$$= 0,285$$

2. Penentuan jenis distribusi yang sesuai

Tabel 2.18 Penentuan jenis distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Gumbel Tipe I	$C_s \leq 1,1396$	-0.5148 <= 1	Memenuhi
		$C_k \leq 5,4002$	3.0066 <= 5.4002	Memenuhi
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	-0.5148 = 0.8804	Tidak memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	3.00659 = 4.4090	
3	Log-Pearson tipe III	Selain tipe lainnya ($C_s \neq 0$)	-0.5148 \neq 0	Memenuhi
4	Normal	$C_s \approx 0$	-0.5148 \approx 0	Tidak memenuhi
		$C_k \approx 3$	3.0066 \approx 3	

Dari analisis yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa distribusi Normal maupun Log normal tidak memenuhi syarat, dan yang memenuhi syarat adalah distribusi *Log Pearson Tipe III* dan *Gumbel Tipe I*, maka yang dipilih untuk digunakan adalah distribusi *Log Pearson Tipe III*.

3. Analisis frekuensi curah hujan

Tabel 2.19 Perhitungan distribusi *Log Pearson tipe III*

Tahun	n	Hujan (Xi)	Ln (X)	Ln (Xrt)	(Ln X - Ln Xrt)	(Ln X - Ln Xrt) ²	(Ln X - Ln Xrt) ³	(Ln X - Ln Xrt) ⁴
1985	1	78.102	4.36	4.238	0.120	0.014	0.002	0.00021
1986	2	57.318	4.05	4.238	-0.190	0.036	-0.007	0.00129
1987	3	80.850	4.39	4.238	0.154	0.024	0.004	0.00057
1988	4	72.753	4.29	4.238	0.049	0.002	0.000	0.00001
1989	5	50.885	3.93	4.238	-0.309	0.095	-0.029	0.00907
1990	6	34.420	3.54	4.238	-0.700	0.489	-0.342	0.23943
1991	7	85.034	4.44	4.238	0.205	0.042	0.009	0.00176
1992	8	50.270	3.92	4.238	-0.321	0.103	-0.033	0.01058
1993	9	92.237	4.52	4.238	0.286	0.082	0.023	0.00671
1994	10	90.923	4.51	4.238	0.272	0.074	0.020	0.00546
Total		692.79	41.95		-0.432	0.962	-0.354	0.27508
X rerata		69.28	4.19					

$$\text{Hujan Maksimum Rerata (Ln}(\bar{x}) = 4,194$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{p_i - \bar{p}\}^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,962}{10-1}}$$

$$= 0,327$$

$$\text{Koefesien Kemencengan (Cs)} = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^3}{s^3}$$

$$= \frac{\frac{10}{(10-1)(10-2)} (-0,354)}{0,327^3}$$

$$= 0,078$$

$$\text{Koefesien Kortusis (Ck)} = \frac{\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^4}{s^4}$$

$$= \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)0,327^4} 0,275$$

$$= -1,406$$

$$\text{Koefesien Variasi (Cv)} = \frac{S_d}{\bar{p}}$$

$$= \frac{0,327}{4,194}$$

$$= 0,477$$

4. Estimasi periode kala ulang

$$\text{Hujan Maksimum Rerata (Ln } (\bar{x})) = 4,194$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = 0,54$$

$$\text{Koefesien Kemencengan (Cs)} = 0,08$$

Hasil distribusi data dengan metode *Log Pearson III* dapat dilihat di tabel berikut :

Tabel 2.20 Distribusi *Log Pearson* tipe III

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)	S ln X	ln X rata2	Cs	k	Y = ln X	x (hujan maks.periode ulang)
1	2	50	0.327	2.797	-1.407	0.192	2.859	17.451
2	5	20	0.327	2.797	-1.407	-0.692	2.570	13.071
3	10	10	0.327	2.797	-1.407	-1.2943	2.374	10.735

5. Perhitungan intensitas hujan

Perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan metode *Mononobe*, hasil yang didapatkan sebagai berikut :

Tabel 2.21 Intensitas hujan (Distribusi Mononobe)

t (jam)	R24		
	R2	R5	R10
	17.451	13.071	10.735
1	6.050	4.532	3.722
2	3.811	2.855	2.344
3	2.908	2.179	1.789
4	2.401	1.798	1.477
5	2.069	1.550	1.273
6	1.832	1.372	1.127
7	1.653	1.238	1.017
8	1.512	1.133	0.930

6. Debit rencana metode rasional

Debit perencanaan metode rasional dibagi menjadi 2 yaitu, debit perencanaan metode rasional atap dan perkerasan. Debit perencanaan metode rasional atap dan perkerasan dapat dilihat di tabel berikut :

Tabel 2.22 Debit Rencana Metode Rasional (Atap)

Atap						
No	Periode Ulang	Jam	I	C	A (Km ²)	Q (m ³ /s)
1	2	1	6.049862715	0.95	0.00318016	5.081160246
		2	3.811174692	0.95	0.00318016	3.200930376
		3	2.908470634	0.95	0.00318016	2.44276706
		4	2.40088961	0.95	0.00318016	2.01645978
		5	2.069023945	0.95	0.00318016	1.73773236
		6	1.832221687	0.95	0.00318016	1.53884682
		7	1.653281577	0.95	0.00318016	1.388558554
		8	1.512465679	0.95	0.00318016	1.270290061
2	5	1	4.531525011	0.95	0.00318016	3.805938386
		2	2.854681875	0.95	0.00318016	2.397590944
		3	2.17853	0.95	0.00318016	1.829704334
		4	1.798336892	0.95	0.00318016	1.51038765
		5	1.549759754	0.95	0.00318016	1.301612619
		6	1.372387902	0.95	0.00318016	1.152641503
		7	1.2383565	0.95	0.00318016	1.040071174
		8	1.132881253	0.95	0.00318016	0.951484597

3	10	1	3.721654759	0.95	0.00318016	3.125744352
		2	2.344495586	0.95	0.00318016	1.969095553
		3	1.789184992	0.95	0.00318016	1.502701149
		4	1.47693967	0.95	0.00318016	1.240452468
		5	1.272788024	0.95	0.00318016	1.068989531
		6	1.127115917	0.95	0.00318016	0.946642405
		7	1.017038491	0.95	0.00318016	0.854190549
		8	0.93041369	0.95	0.00318016	0.781436088

Tabel 2.23 Debit Rencana Metode Rasional (Perkerasan)

Perkerasan						
No	Periode Ulang	Jam	I	C	A (Km ²)	Q (m ³ /s)
1	2	1	6.049862715	0.6	0.00318016	3.209153839
		2	3.811174692	0.6	0.00318016	2.021640237
		3	2.908470634	0.6	0.00318016	1.542800249
		4	2.40088961	0.6	0.00318016	1.273553545
		5	2.069023945	0.6	0.00318016	1.097515175
		6	1.832221687	0.6	0.00318016	0.971903255
		7	1.653281577	0.6	0.00318016	0.87698435
		8	1.512465679	0.6	0.00318016	0.80228846
2	5	1	4.531525011	0.6	0.00318016	2.40375056
		2	2.854681875	0.6	0.00318016	1.514267964
		3	2.17853	0.6	0.00318016	1.155602737
		4	1.798336892	0.6	0.00318016	0.953929042
		5	1.549759754	0.6	0.00318016	0.822071128
		6	1.372387902	0.6	0.00318016	0.727984107
		7	1.2383565	0.6	0.00318016	0.656887057
		8	1.132881253	0.6	0.00318016	0.60093764
3	10	1	3.721654759	0.6	0.00318016	1.974154327
		2	2.344495586	0.6	0.00318016	1.243639296
		3	1.789184992	0.6	0.00318016	0.94907441
		4	1.47693967	0.6	0.00318016	0.783443664
		5	1.272788024	0.6	0.00318016	0.675151283
		6	1.127115917	0.6	0.00318016	0.597879414
		7	1.017038491	0.6	0.00318016	0.539488768
		8	0.93041369	0.6	0.00318016	0.493538582

7. Perencanaan sumur resapan

Perhitungan volume andil banjir atap ruang pameran :

$$\begin{aligned}
 C_{\text{tadah}} &= 0,95 \\
 A_{\text{tadah}} &= 832 \text{ m}^2 \\
 R \text{ (periode ulang 5 tahun)} &= 0,013 \text{ m/hari} \\
 V_{\text{ab}} &= 0,855 \times C_{\text{tadah}} \times A_{\text{tadah}} \times R \\
 &= 0,855 \times 0,95 \times 832 \times 0,013 \\
 &= 8,78 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume andil banjir jalan :

$$\begin{aligned}
 C_{\text{tadah}} &= 0,95 \\
 A_{\text{tadah}} &= 2964,24 \text{ m}^2 \\
 R \text{ (periode ulang 5 tahun)} &= 0,013 \text{ m/hari} \\
 V_{\text{ab}} &= 0,855 \times C_{\text{tadah}} \times A_{\text{tadah}} \times R \\
 &= 0,855 \times 0,95 \times 2964,24 \times 0,013 \\
 &= 31,30 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimensi sumur resapan yang digunakan pada daerah perkerasan adalah :

$$D_{\text{sumur}} = 1 \text{ m}$$

$$H_{\text{sumur}} = 5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas alas sumur (A}_h\text{)} &= \frac{1}{4} \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 1^2 \\
 &= 0,78 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas dinding sumur (A}_v\text{)} &= \pi \times D^2 \times H \\
 &= \pi \times 1^2 \times 5 \\
 &= 15,71 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{total}} &= \text{Luas alas sumur (A}_h\text{)} + \text{Luas dinding} \\
 &\quad \text{sumur (A}_v\text{)} \\
 &= 0,78 + 15,71 \\
 &= 16,49 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_{\text{rata-rata}} &= \frac{K_v \cdot A_v + K_h \cdot A_h}{A_{\text{total}}} \\
 &= \frac{1,728 \cdot 0,78 + 0,864 \cdot 15,71}{16,49}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,905 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari} \\
 T_e &= 0,9 \frac{R^{0,92}}{60} \\
 &= 0,9 \frac{13,07^{0,92}}{60} \\
 &= 0,16 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{rsp} &= \frac{t_e}{R} A_{total} \times K \\
 &= \frac{0,16}{24} \times 16,49 \times 0,905 \\
 &= 0,10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{storasi} &= V_{ab} - V_{rsp} \\
 &= 31,47 - 0,10 \\
 &= 31,37 \text{ m}^3 \\
 H_{total} &= \frac{31,37}{0,79} \\
 &= 39,70 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Sumur yang direncanakan memiliki $H = 5 \text{ m}$, maka diperlukan :

$$= \frac{39,70}{5} = 8 \text{ buah}$$

8. Perencanaan pipa atap

Pada perencanaan ini, dimensi pipa dan talang air ditentukan berdasarkan luasan masing-masing atap bangunan yang akan menerima limpasan air hujan.

Tabel 2.24 Pipa atap *horizontal* 1

Talang air <i>Horizontal</i>							
Nama Ruangan	Banyak Ruangan	Luas atap / 1 gedung (m ²)		I	Kemiringan	Ukuran Talang (inci)	
		1 (kiri) pendek	2 (kanan) Panjang			1 (kiri) pendek	2 (kanan) Panjang
Toilet	2	42.5	42.5	4.53153	1%	3	3
Toko	1	59.5	144.5	4.53153	1%	4	5
Kantor	1	73.5	182.7	4.53153	1%	4	5
Lobby	1	138.78	138.78	4.53153	1%	5	5
Foodcourt	1	110.5	110.5	4.53153	1%	4	4
Workshop	3	132.25	132.25	4.53153	1%	5	5
Mushola	1	81	81	4.53153	1%	4	4
Rumah T. Hidroponik	2	62.7	62.7	4.53153	1%	4	4

Talang Air <i>Horizontal</i>							
Nama Ruangan	Banyak Ruangan	Luas Atap / 1 gedung (m ²)		I	Kemiringan	Ukuran Talang (inci)	
		1 (kiri) pendek	2 (kanan) panjang	mm/jam	%	1 (kiri) pendek	2 (kanan) panjang
Gdg. Penyimpanan	1	64	64	4.53153	1%	4	4
Kandang Ayam	2	15	15	4.53153	1%	3	3
Kandang Sapi	1	82.5	82.5	4.53153	1%	4	4
Kandang Kambing	1	82.5	82.5	4.53153	1%	4	4
Loker	1	132.25	132.25	4.53153	1%	5	5

Tabel 2.25 Pipa atap *horizontal 2*

Talang air <i>Horizontal</i>											
Nama Ruangan	Banyak Ruangan	Luas atap gedung di bagi 4 bagian (m ²)				I	Kemiringan	Ukuran Talang (inci)			
		1(kiri atas)	2(kanan atas)	3(kiri bawah)	4(kanan bawah)	mm/jam	%	1(kiri atas)	2(kanan atas)	3(kiri bawah)	4(kanan bawah)
Ruang pameran	1	208	208	208	208	4.531525011	1%	6	6	6	6
Lobby	1	46.26	46.26	46.26	46.26	4.531525011	1%	4	4	4	4

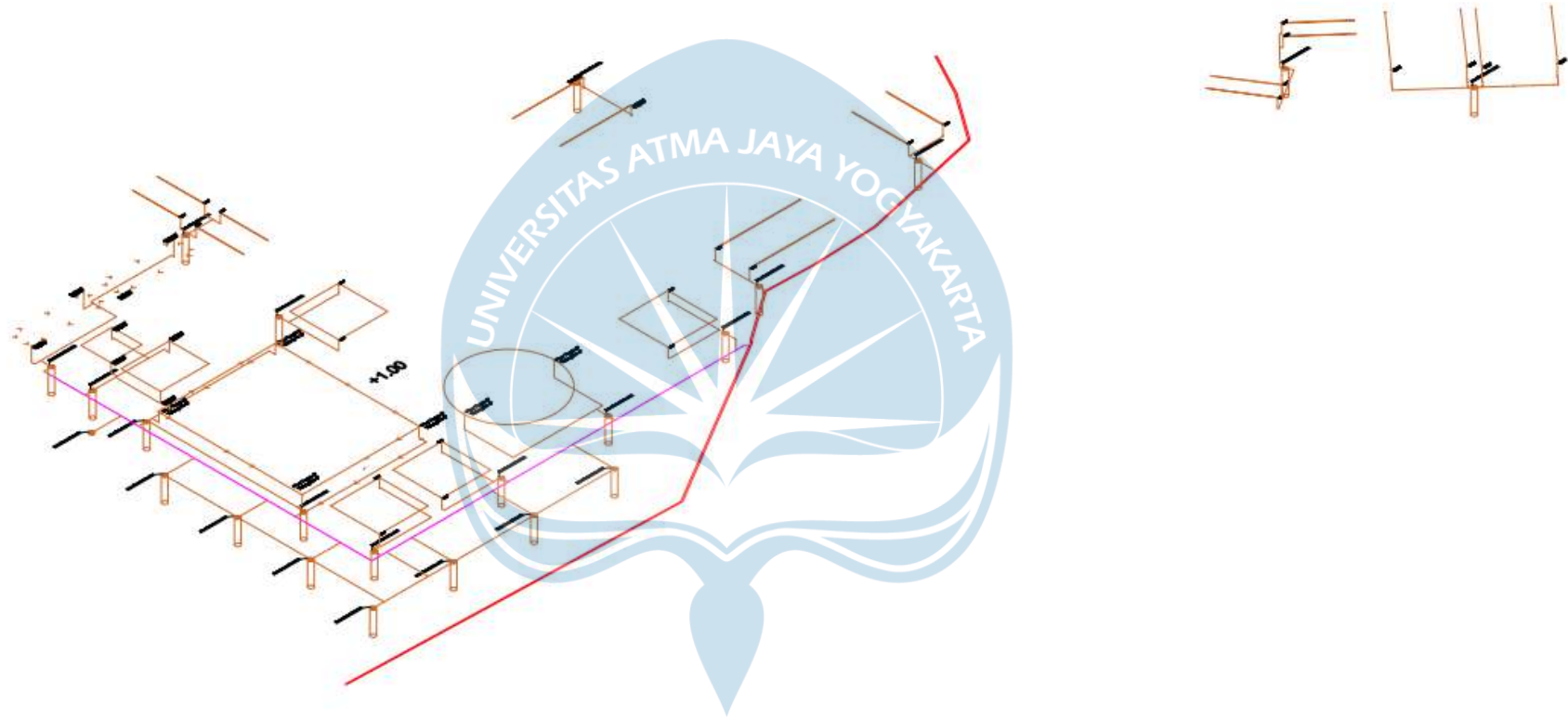
Tabel 2.26 Pipa atap *vertikal 1*

Pipa <i>Vertikal</i>								
Nama Ruangan	Banyak Ruangan	Luas atap / 1 gedung (m ²)		I	Ukuran Talang (inci)		Debit	
		1 (kiri) pendek	2 (kanan) Panjang	mm/jam	1 (kiri) pendek	2 (kanan) Panjang	L/dt	
Toilet	2	42.5	42.5	4.53153	2	2		1.8
Toko	1	59.5	144.5	4.53153	2	2		1.8
Kantor	1	73.5	182.7	4.53153	2	2		1.8
Lobby	1	138.78	138.78	4.53153	2	2		1.8
Foodcourt	1	110.5	110.5	4.53153	2	2		1.8
Workshop	3	132.25	132.25	4.53153	2	2		1.8
Mushola	1	81	81	4.53153	2	2		1.8
Rumah T. Hidroponik	2	62.7	62.7	4.53153	2	2		1.8
Gdg. Penyimpanan	1	64	64	4.53153	2	2		1.8
Kandang Ayam	2	15	15	4.53153	2	2		1.8
Kandang Sapi	1	82.5	82.5	4.53153	2	2		1.8
Kandang Kambing	1	82.5	82.5	4.53153	2	2		1.8
Loker	1	132.25	132.25	4.53153	2	2		1.8

Tabel 2.27 Pipa atap *vertikal 2*

Pipa Vertikal										
Nama Ruangan	Banyak Ruangan	Luas Gedung di bagi 4 bagian untuk masing-masing pipa tegak (m2)				I mm/jam	Ukuran Talang (inci)			
		1(kiri atas)	2(kanan atas)	3(kiri bawah)	4(kanan bawah)		1(kiri atas)	2(kanan atas)	3(kiri bawah)	4(kanan bawah)
Ruang Pameran	1	208	208	208	208	4.531525011	2	2	2	2





Gambar 2.5 Isometri Jaringan Air Hujan

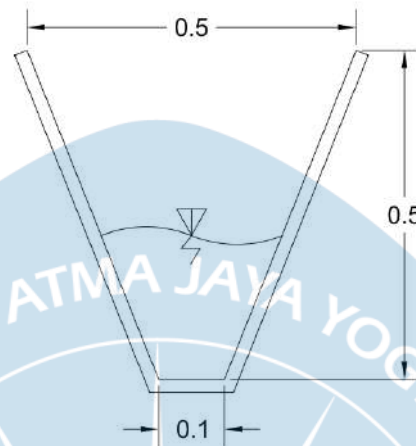
9. Perencanaan saluran drainase

Saluran drainase yang akan dirancancang memiliki penampang *trapezoid*. Desain saluran drainase memiliki 1 desain yaitu drainase untuk perkerasan dan juga untuk atap. Perhitungan perencanaan drainase mendapat hasil sebagai berikut :

Perhitungan drainase area atap dan perkerasan :

Luas Kawasan	= 5837,18 m ²
Q	= 0,007 m ³ /s
n	= 0,013
S	= 1%
	= 0,01
h	= 0,07 m
m (kemiringan talud)	= 1
b (lebar dasar saluran)	= 0,08 x 1
	= 0,08 m
W (tinggi jagaan)	= 0,40 m
D (h+W)	= 0,07 + 0,40
	= 0,47 m
b'	= 0,47 x 1
	= 0,47 m
B	= $\frac{2}{3} \times 0,07 \times (\sqrt{3})$
	= 0,08 m
A (luas basah)	= $0,07^2 \times (\sqrt{3})$
	= 0,008 m ²
P (keliling basah)	= $2 \times 0,07 \times (\sqrt{3})$
	= 0,21 m
T/B' (lebar puncak)	= $0,07 + (2 \times 0,188)$
	= 0,446 m \approx 0,5 m
R	= $\frac{0,008}{0,21}$
	= 0,04 m

$$\begin{aligned}
 V \text{ (kecepatan aliran)} &= \frac{1}{0,013} \times (0,04^{\frac{2}{3}} \times 0,01^{\frac{1}{2}}) \\
 &= 0,00002 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$



Gambar 2.6 Desain Saluran Drainase

2.3 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Jumlah pengunjung taman rekreasi sebanyak 250 orang dengan kepadatan 7 m² / orang dan luas efektif 55% sebesar 1743,5 m². Kebutuhan air bersih (Q) yang diperlukan sebesar 30.000 liter/hari. Pemakaian rata-rata air untuk per jam (Qh) didapatkan sebesar 25.000 liter/jam dengan jangka waktu pemakaian 11 jam. Pemakaian air pada jam puncak ($Qh \text{ max}$) yaitu sebesar 4.772,73 liter/jam. Volume air untuk kolam ikan didapatkan sebesar 282,80 liter/hari dan volume kebutuhan air untuk tanaman dan ternak sebesar 3.259,72 liter/hari. Pemakaian air pada jam puncak ($Qh \text{ max}$) untuk kolam ikan, ternak dan tanaman didapatkan sebesar 8.315,25 liter/jam, sedangkan untuk pemakaian $Qm \text{ max}$ sebesar 3.701,61 liter/jam. Analisis kebutuhan air berdasarkan unit beban alat plambing didapatkan pemakaian rata-rata air untuk perjam (Qh) = 8.880 liter/jam, pemakaian air pada jam puncak ($Qh \text{ max}$) = 15.540 liter/jam, Qd = 97.680 liter/hari, dan $Qm \text{ max}$ = 518 liter/menit. Analisis kebutuhan air berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing didapatkan hasil Qd = 24.378,51 liter/jam, Qh =

- 2659,47 liter/jam, $Q_h \max = 3878,40$ liter/jam, dan $Q_m \max = 129,28$ liter/menit.
- Pada reservoir bawah didapatkan kapasitas pipa dinas (Q_s) = 3,18 m³/jam dan jumlah kebutuhan air rata-rata per jam (Q_h) = 4,77 m³/jam dengan rata-rata jangka waktu pemakaian (T) sebesar 11 jam/hari. Volume ground reservoir yaitu sebesar 8,82 m³/hari dengan dimensi $P = 2$ m ; $L = 3$ m ; $H = 3$ m. Pada reservoir atas didapatkan $Q_h \max = 4,77$ m³/jam, kebutuhan puncak (Q_p) = 3,18 m³/jam.
 - Pada perencanaan sistem air hujan didapatkan intensitas hujan dengan menggunakan Metode Mononobe sebagai berikut :

Tabel Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe

t (jam)	R24		
	R2	R5	R10
	17.451	13.071	10.735
1	6.050	4.532	3.722
2	3.811	2.855	2.344
3	2.908	2.179	1.789
4	2.401	1.798	1.477
5	2.069	1.550	1.273
6	1.832	1.372	1.127
7	1.653	1.238	1.017
8	1.512	1.133	0.930

- Debit rencana Metode Rasional yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel Debit Rencana Metode Rasional (Atap)

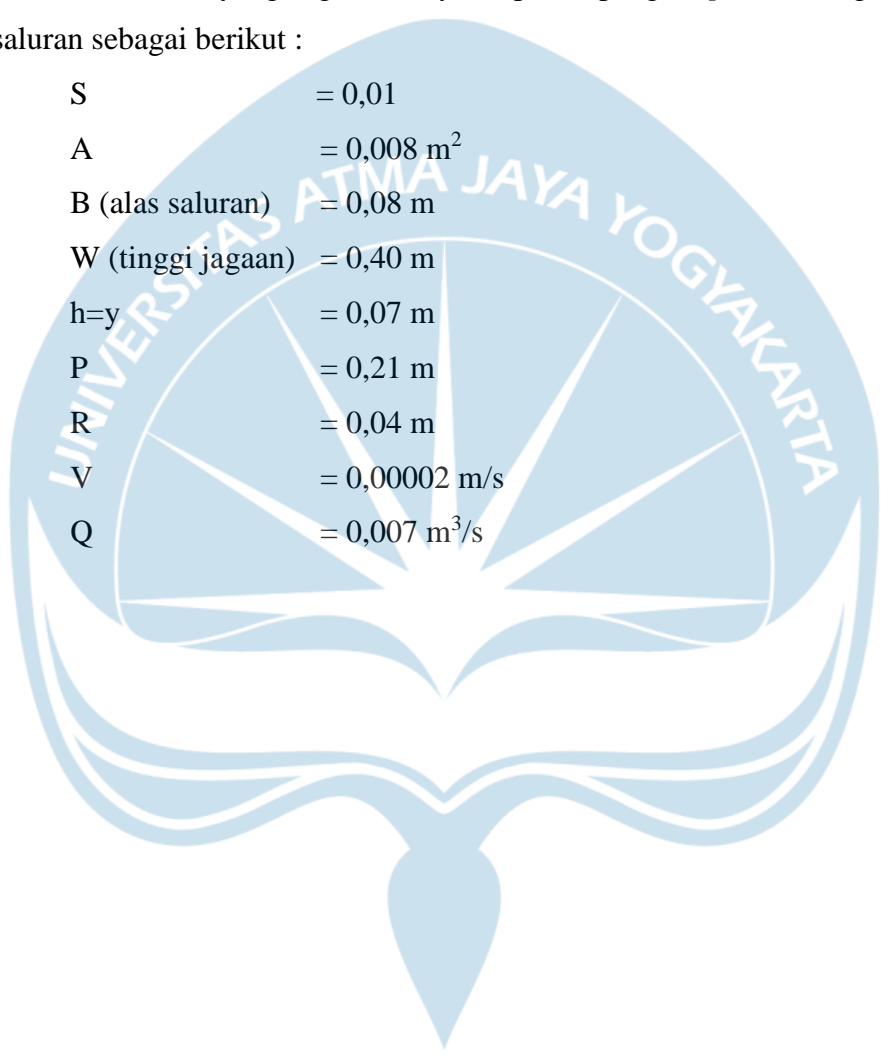
Atap						
No	Periode Ulang	Jam	I	C	A (Km2)	Q (m3/s)
1	2	1	6.049862715	0.95	0.00318016	5.081160246
		2	3.811174692	0.95	0.00318016	3.200930376
		3	2.908470634	0.95	0.00318016	2.44276706
		4	2.40088961	0.95	0.00318016	2.01645978
		5	2.069023945	0.95	0.00318016	1.73773236
		6	1.832221687	0.95	0.00318016	1.53884682
		7	1.653281577	0.95	0.00318016	1.388558554
		8	1.512465679	0.95	0.00318016	1.270290061
2	5	1	4.531525011	0.95	0.00318016	3.805938386
		2	2.854681875	0.95	0.00318016	2.397590944
		3	2.17853	0.95	0.00318016	1.829704334
		4	1.798336892	0.95	0.00318016	1.51038765

		5	1.549759754	0.95	0.00318016	1.301612619
		6	1.372387902	0.95	0.00318016	1.152641503
		7	1.2383565	0.95	0.00318016	1.040071174
		8	1.132881253	0.95	0.00318016	0.951484597
3	10	1	3.721654759	0.95	0.00318016	3.125744352
		2	2.344495586	0.95	0.00318016	1.969095553
		3	1.789184992	0.95	0.00318016	1.502701149
		4	1.47693967	0.95	0.00318016	1.240452468
		5	1.272788024	0.95	0.00318016	1.068989531
		6	1.127115917	0.95	0.00318016	0.946642405
		7	1.017038491	0.95	0.00318016	0.854190549
		8	0.93041369	0.95	0.00318016	0.781436088

Tabel Debit Rencana Metode Rasional (Perkerasan)

Perkerasan						
No	Periode Ulang	Jam	I	C	A (Km ²)	Q (m ³ /s)
1	2	1	6.049862715	0.6	0.00318016	3.209153839
		2	3.811174692	0.6	0.00318016	2.021640237
		3	2.908470634	0.6	0.00318016	1.542800249
		4	2.40088961	0.6	0.00318016	1.273553545
		5	2.069023945	0.6	0.00318016	1.097515175
		6	1.832221687	0.6	0.00318016	0.971903255
		7	1.653281577	0.6	0.00318016	0.87698435
		8	1.512465679	0.6	0.00318016	0.80228846
2	5	1	4.531525011	0.6	0.00318016	2.40375056
		2	2.854681875	0.6	0.00318016	1.514267964
		3	2.17853	0.6	0.00318016	1.155602737
		4	1.798336892	0.6	0.00318016	0.953929042
		5	1.549759754	0.6	0.00318016	0.822071128
		6	1.372387902	0.6	0.00318016	0.727984107
		7	1.2383565	0.6	0.00318016	0.656887057
		8	1.132881253	0.6	0.00318016	0.60093764
3	10	1	3.721654759	0.6	0.00318016	1.974154327
		2	2.344495586	0.6	0.00318016	1.243639296
		3	1.789184992	0.6	0.00318016	0.94907441
		4	1.47693967	0.6	0.00318016	0.783443664
		5	1.272788024	0.6	0.00318016	0.675151283
		6	1.127115917	0.6	0.00318016	0.597879414
		7	1.017038491	0.6	0.00318016	0.539488768
		8	0.93041369	0.6	0.00318016	0.493538582

5. Sumur resapan yang diperlukan pada Proyek Pembangunan Taman Rekreasi dan Edukasi Pertanian sebanyak 14 buah untuk bangunan dan 8 untuk perkerasan dengan $D_{\text{sumur}} = 1 \text{ m}$ dan $H_{\text{sumur}} = 5 \text{ m}$. Pipa yang digunakan pada sumur resapan menggunakan diameter 2" (2 pipa tegak), sedangkan untuk pipa *horizontal* digunakan diameter pipa sebesar 3", 4" dan 5".
6. Saluran drainase yang digunakan yaitu penampang *trapezoid* dengan dimensi saluran sebagai berikut :



S	= 0,01
A	= 0,008 m ²
B (alas saluran)	= 0,08 m
W (tinggi jagaan)	= 0,40 m
h=y	= 0,07 m
P	= 0,21 m
R	= 0,04 m
V	= 0,00002 m/s
Q	= 0,007 m ³ /s